



Electrónica II - 2004-05
3º ano (LEEC - APEL)

Época de recurso
20 JUL 05

Electrónica de sinal - Duração: 1 hora 45 min

Considere a topologia de amostragem em tensão e mistura série, representada no circuito da fig.1 (Observe que os transístores T_3 , T_6 e T_8 se comportam como fontes de corrente constante). Suponha ainda que as características dos transístores são $K = 1 \text{ mA/V}^2$ (excepto para T_3 cuja largura do canal é o dobro e T_7 cuja largura do canal é metade da dos restantes transístores) e que, para todos eles, $|V_t| = 1 \text{ V}$, $V_A = 50 \text{ V}$, $C_{gs} = 10 \text{ pF}$ e $C_{gd} = 2 \text{ pF}$.

Recorde que, para os MOSFET, na região de saturação, $i_D = K (v_{GS} - V_t)^2$, $g_m = 2 (KI_D)^{1/2}$ e $r_o = V_A / I_D$.

1. Determine o valor de R por forma a que a corrente em T_1 e T_2 seja 1 mA e depois calcule as **correntes** nos restantes transístores.
2. Desenhe o **circuito** da fig.1 em **malha aberta**, para sinal, considerando a carga da malha de realimentação, constituída por R_f e R_s , sem substituir os transístores pelos seus modelos. Determine, justificando, o **factor de realimentação** β .
3. Calcule o **ganho de tensão** e a **resistência de saída**, em **malha aberta** e em **malha fechada**. Admita (independentemente dos valores resultantes da polarização) que todos os transístores têm $I_D = 1 \text{ mA}$, excepto T_3 e T_7 que têm $I_3 = 2 \text{ mA}$ e $I_7 = 0,5 \text{ mA}$.
4. Determine, usando a **aproximação do teorema de Miller às MF**, o valor da **constante de tempo** associada às capacidades na porta de T_7 . Tome em linha de conta todas as capacidades que devem ser consideradas nesse nó.

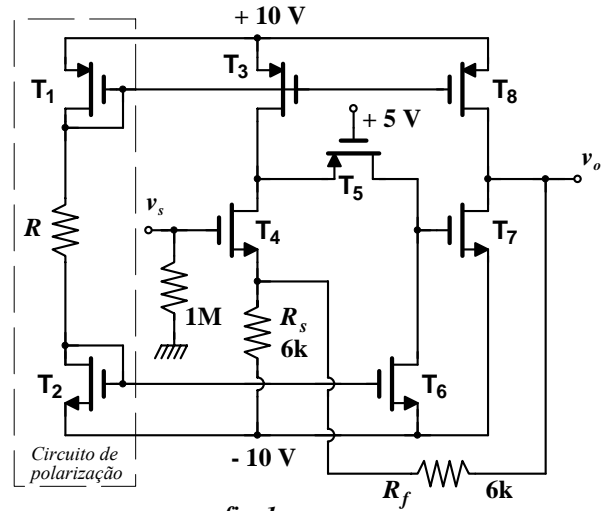


fig. 1

Considere agora que o circuito tem um ganho $\beta A_V = 250$ e dois pólos, em malha aberta, o 1º a 50 kHz e o 2º a 600 kHz. Admita ainda que o transístor T_7 , do ponto de vista do seu comportamento em frequência, pode ser representado pelo esquema da fig. 2, onde C_1 e C_2 , bem como a resistência de 25 kΩ incluem, respectivamente, as capacidades intrínsecas do transístor e a resistência r_{o7} (note que estes valores não correspondem necessariamente aos do circuito da fig. 1).

5. Justifique a **necessidade de compensação** de frequência. Para a realizar, ligou-se um condensador $C_C \gg C_{gd}$ (ver fig. 2) que faz uma compensação de Miller (com afastamento dos pólos), que leva o segundo pólo para um novo valor, aproximadamente dado pela expressão indicada abaixo. Determine a **margem de fase** que se obtém após compensação.

$$\omega_2' = \frac{g_{m7} C_C}{C_1 C_2 + C_C (C_1 + C_2)}$$

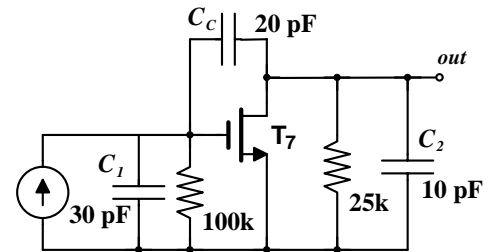


fig. 2

Considere agora o amplificador da fig. 3 e admita que, para todos os transístores, pode assumir $\beta = 100$, $V_A = \infty$ e $g_m = 50 \text{ mA/V}$.

6. Identifique a **topologia de realimentação** e desenhe o **esquema equivalente** do circuito, para pequenos sinais, em malha aberta (sem substituir os transístores pelos seus modelos), considerando o efeito de carga da malha de realimentação.
7. Faça o traçado do **diagrama de Bode**, devidamente cotado, do módulo de R_M / R_{M0} ($R_M = v_o / i_s$, sendo R_{M0} o valor às médias), em malha aberta, às baixas frequências, i.e., desde $\omega = 0 \text{ rad/s}$ até às médias frequências.

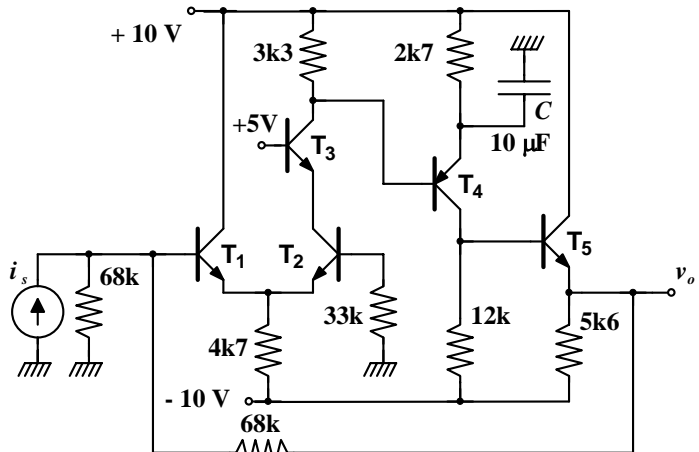


fig. 3